Gota de aceite de Millikan

En esta práctica se realizaron mediciones de la velocidad terminal de partículas (Gotas de aceite son tomadas como partículas) en caída libre que se encontraban dentro de dos placas paralelas cuando el voltaje era cero; y el voltaje necesario de estas placas para que la partícula entre en reposo para ello se usó el simulador virtual OPhysics de esta manera se obtuvo 10 datos de velocidad y voltaje y con ayuda de $\boldsymbol{m = kv^2}$ **Ec.2** y **q =mgd/V Ec.3** se obtuvo la carga y masa de cada partícula. Posteriormente del modelo atómico de Thomson **q = ne Ec.1** y utilizando la gota de aceite con menor carga se hicieron suposiciones en las que n_i se tomaba como :1,2,3,4,….. De este modo se halló el Sgte. termino $\boldsymbol{n_i = \frac{q_i}{q_{min}/n_i}}$ que nos permitió hallar para cada gota el número de electrones. De este modo viendo los valores de n_i de cada suposición se eligió los valores de n_i de la suposición en la que el número de electrones adheridos a cada gota de aceite siempre sea número entero o muy cercano a un número entero, finalmente, con la Ec1. Se encontró el valor de la carga de un electrón para cada gota. De estos valores de la carga de un electrón se halló la media aritmética y su respectivo error obteniéndose así el valor de la carga de un electrón $\boldsymbol{e = (1,602X10^{-19} \pm 0,002X10^{-19})[C]; 0,12}\%$ y también se obtuvo la diferencia porcentual con el valor de referencia que se conoce de la carga de un electrón $\boldsymbol{dif\% = 0,04\%}$.

Objetivos

- Estimar la carga eléctrica del electrón.
- Determinar la diferencia porcentual entre el valor de la carga del electrón encontrado con el valor de referencia de la carga de un electrón.

I. Marco Teórico

La carga eléctrica elemental es una de las constantes fundamentales de la física y actualmente su valor es $e_{ref} = 1,602176634X10^{-19}[C]$

Entre 1909 y 1913, el físico estadounidense R. A. Millikan llevo a cabo una serie de experimentos con los cuales pudo determinar el valor de la carga del electrón (carga eléctrica fundamental). Millikan, consideró que, de acuerdo al modelo atómico de Thomson, toda carga eléctrica debería ser consecuencia de un exceso o deficiencia de electrones, y que debido a que no se pueden tener fracciones de electrones, "toda carga la eléctrica debería de ser un múltiplo entero de la carga de un electrón".

$$q = ne \quad \boldsymbol{Ec.1}$$

q=carga eléctrica

n=número de electrones

e=carga de un electrón

Millikan ideo la forma de determinar la carga eléctrica de pequeñas gotas de aceite cargadas electrostáticamente, que se encuentran bajo la influencia de un campo eléctrico; para ello, empleo un dispositivo que constaba de una cámara formada por un par de placas metálicas, un aspersor y un microscopio con graduación interior, a través del cual podía observar las gotas de aceite.

Caída libre: Tomando en cuenta todas las fuerzas cuando la gota se encuentra en caída libre y aplicando la primera ley de Newton se obtuvo:

$$m = kv^2 \quad \boldsymbol{Ec.2}$$

donde k = $4,086 \times 10 - 17kg\, s^2/m^2$

Campo eléctrico: Cuando la gota cargada negativamente se encuentra bajo la influencia de un campo eléctrico uniforme, generado por dos placas paralelas separadas por una distancia d con una diferencia de potencial eléctrica Entonces para este caso aplicando la primera ley de Newton para la gota que se encuentra en equilibrio se obtuvo las Sgte. Ecuación.

$$q = \frac{mgd}{V} \quad \textbf{Ec. 3}$$

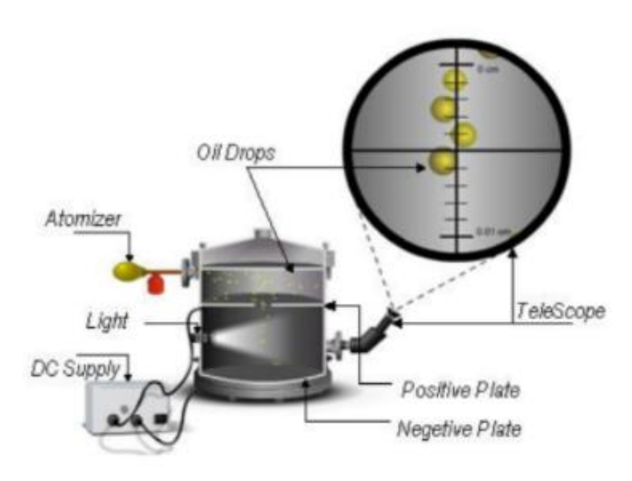


Figura 1

II. Materiales y montaje

-Calculadora científica
-Simulador virtual Simulador oPhysics: https://ophysics.com/em2.html

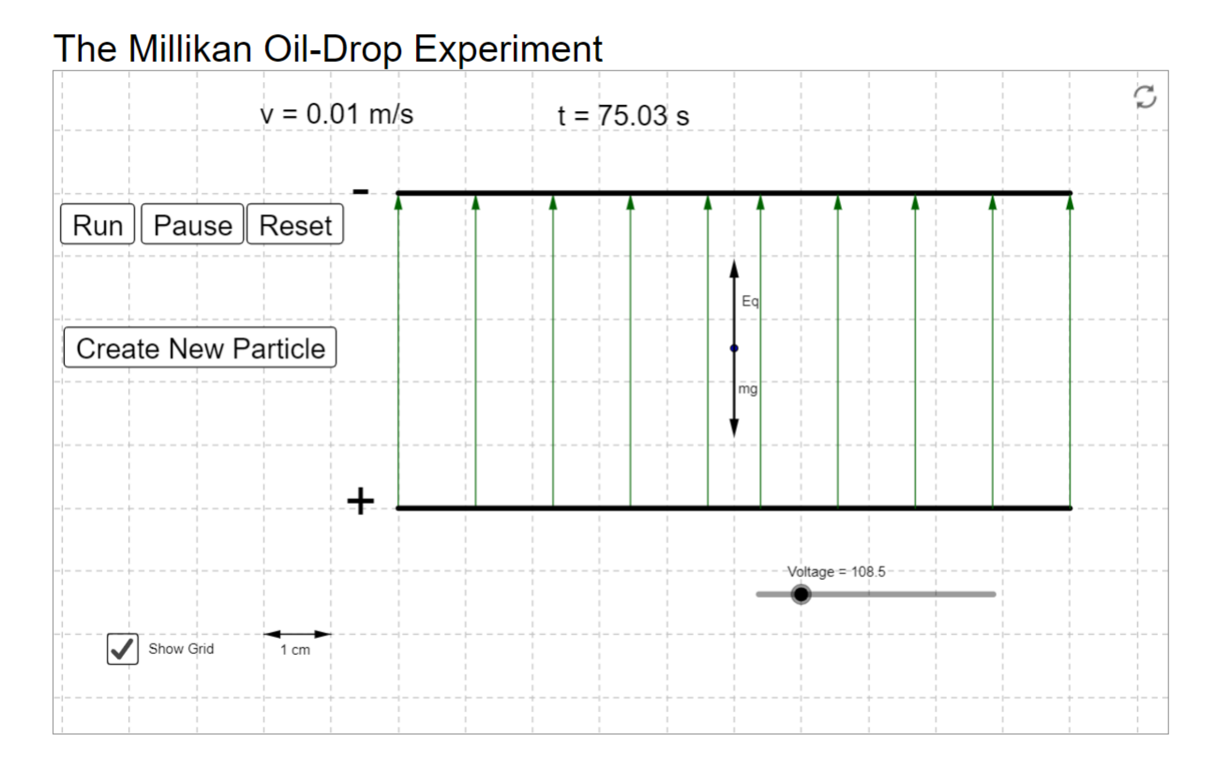


Figura 2 Esquema para el Montaje Experimental

III. Procedimiento experimental

1. Crear una nueva partícula con la opción (Créate New Particle) y posteriormente seleccionar la opción (Run) con la cual la partícula ira cayendo.
2. En el momento en el que se observe que la velocidad es constante seleccionar pause y anotar el dato del valor absoluto de la velocidad de esa partícula tomando en cuenta que la partícula no debe tocar la placa y que el valor del voltaje debe ser cero.
3. Hacer variar el Voltaje (Moviendo la barra (Voltage)) entre las placas de modo que la velocidad de la partícula sea muy próxima a cero y anotar el valor del voltaje para esa situación.
4. Repetir desde el paso 1 al 3 hasta obtener en total 10 datos de velocidad y de Voltaje.

IV. Registro de datos

N	$V_t[{}^{m}/_{s}]$	V[V]
1	1,252	49
2	1,062	17,6
3	1,364	38,8
4	1,212	36,8
5	1,291	34,7
6	1,182	58.2
7	1,202	36,2
8	1,161	84,2
9	1,014	64,3
10	1,319	21,7

Tabla 1 Datos de Velocidad terminal y diferencia de Potencial Eléctrico

V.Análisis de datos

$$\boldsymbol{m = k{v_t}^2 \quad Ec.2}$$

$$\boldsymbol{q = \frac{mgd}{V} \quad Ec.3}$$

Utilizar Ec2; Ec3 para hallar la masa y carga de cada gotita de aceite

Gota	$V_t[^m/_s]$	V[V]	$m[Kg]$	$q[C]$
1	1,252	49	$6{,}4048X10^{-17}$	$6{,}4048X10^{-19}$
2	1,062	17,6	$4{,}6084X10^{-17}$	$1{,}2830X10^{-18}$
3	1,364	38,8	$7{,}6020X10^{-17}$	$9{,}6005X10^{-19}$
4	1,212	36,8	$6{,}0021X10^{-17}$	$7{,}9919X10^{-19}$
5	1,291	34,7	$6{,}8100X10^{-17}$	$9{,}6164X10^{-19}$
6	1,182	58.2	$5{,}7086X10^{-17}$	$4{,}8062X10^{-19}$
7	1,202	36,2	$5{,}9035X10^{-17}$	$7{,}9909X10^{-19}$
8	1,161	84,2	$5{,}5076X10^{-17}$	$3{,}2051X10^{-19}$
9	1,014	64,3	$4{,}2012X10^{-17}$	$3{,}2015X10^{-19}$
10	1,319	21,7	$7{,}1087X10^{-17}$	$1{,}6052X10^{-18}$

Tabla 2 Datos de Velocidad terminal, diferencia de Potencial Eléctrico, masa, carga eléctrica para cada gotita

$$q_{min} = n_j e \rightarrow e = \frac{q_{min}}{n_i}\ Ec4.$$

Suposiciones:

1: Si Para Ec4. $n_i = 1 \rightarrow e = {}^{q_{min}}/_1 \rightarrow Remplazando\ en\ Ec1. para\ cada\ gota\ de\ aceite\ \rightarrow q_i = en_i \rightarrow \boldsymbol{n_i} = \frac{\boldsymbol{q_i}}{\boldsymbol{q_{min}}/_{\boldsymbol{1}}}$

2: Si Para Ec4. $n_i = 2 \rightarrow q_i = en_i \rightarrow \boldsymbol{n_i} = \frac{\boldsymbol{q_i}}{\boldsymbol{q_{min}}/_{\boldsymbol{2}}}$

.

4: Si Para Ec4. $n_i = 5 \rightarrow q_i = en_i \rightarrow \boldsymbol{n_i} = \frac{\boldsymbol{q_i}}{\boldsymbol{q_{min}}/_{\boldsymbol{4}}}$

Gota	$q_i/qmin/1$	$q_i/qmin/2$	$q_i/qmin/3$	$q_i/qmin/4$
1	2,0006	**4,0011**	6,0017	8,0022
2	4,0075	**8,0450**	12,0225	16,0210
3	2,9988	**5,9975**	8,9963	11,9950
4	2,4963	**4,9926**	7,4889	9,9852
5	3,0037	**6,0074**	9,0112	12,0149
6	1,5012	**3,0025**	4,5037	6,0049
7	2,4960	**4,9920**	7,4880	9,9839
8	1,0011	**2,0022**	3,0034	4,0045
9	1,0000	**2,0000**	3,0000	4,0000
10	5,0139	**10,0278**	15,0417	20,0556

Tabla3 Suposiciones

Seleccionar la suposición que tenga el número de electrones casi enteros con la mayor precisión posible y utilizando Ec.1 hallar el valor de la carga de un electrón en cada gota.

Gota	$q_i[C]$	n_i	$e[C]$
1	$6{,}4048X10^{-19}$	4	$1{,}6012X10^{-19}$
2	$1{,}2830X10^{-18}$	8	$1{,}6038X10^{-19}$
3	$9{,}6005X10^{-19}$	6	$1{,}6000X10^{-19}$
4	$7{,}9919X10^{-19}$	5	$1{,}5984X10^{-19}$
5	$9{,}6164X10^{-19}$	6	$1{,}6027X10^{-19}$
6	$4{,}8062X10^{-19}$	3	$1{,}6021X10^{-19}$
7	$7{,}9909X10^{-19}$	5	$1{,}5992X10^{-19}$
8	$3{,}2051X10^{-19}$	2	$1{,}6026X10^{-19}$
9	$3{,}2015X10^{-19}$	2	$1{,}6008X10^{-19}$
10	$1{,}6052X10^{-18}$	10	$1{,}6052X10^{-19}$

Tabla 4 Cargas, numero de electrones de cada gota y valor de carga de un electrón

$$e_{rep} = e_{med} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} e_i$$

$$e_{rep} = e_{med} = \frac{1}{10}[1{,}6012X10^{-19} + 1{,}6038X10^{-19} + 1{,}6000X10^{-19} + 1{,}5984X10^{-19} + 1{,}6027X10^{-19} + 1{,}5992X10^{-19} + 1{,}60375X10^{-19} + 1{,}6026X10^{-19} + 1{,}6052X10^{-19}]$$

$$e_{rep} = 1{,}6016X10^{-19}$$

$$\sigma - 1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(e_i - e_m)^2}{n-1}}$$

$$\sigma - 1 = \sqrt{\frac{3{,}962X10^{-43}}{10-1}}$$

$$\sigma - 1 = 0{,}002X10^{-19}$$

$$dif\% = \left|\frac{e_{ref} - e}{e_{ref}}\right| * 100\%$$

$$dif\% = \left|\frac{1{,}602176634X10^{-19} - 1{,}6016X10^{-19}}{1{,}602176634X10^{-19}}\right| * 100\%$$

VI. Resultados

Carga de un electrón:

$$e = \left(1{,}602X10^{-19} \pm 0{,}002X10^{-19}\right)[C]; 0{,}12\%$$

Diferencia porcentual:

$$dif\% = 0{,}04\%$$

VII. Conclusiones

- El valor de la carga eléctrica de un electrón que se obtuvo en esta practica es muy cercano al valor de referencia que se conoce de la carga eléctrica de un electrón dándonos a entender que el valor de la carga eléctrica de un electrón solo puede ser un valor cercano al valor de referencia y no otros valores que estén muy alejados del valor de referencia.
- El número de electrones solo puede ser un número entero porque de otro modo variaría mucho el valor de la carga eléctrica de un electrón que se obtendría en esta practica .